

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-84631

(P2001-84631A)

(43) 公開日 平成13年3月30日 (2001.3.30)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

7-71-J\* (参考)

G 1 1 B 7/135

G 1 1 B 7/135

A 5 D 1 1 9

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-256272

(22) 出願日 平成11年9月9日 (1999.9.9)

(71) 出願人 000000044

旭硝子株式会社

東京都千代田区有楽町一丁目12番1号

(72) 発明者 野村 琢治

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社内

(72) 発明者 村田 浩一

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社内

Fターム(参考) 5D119 AA03 AA41 BA01 CA16 EC13

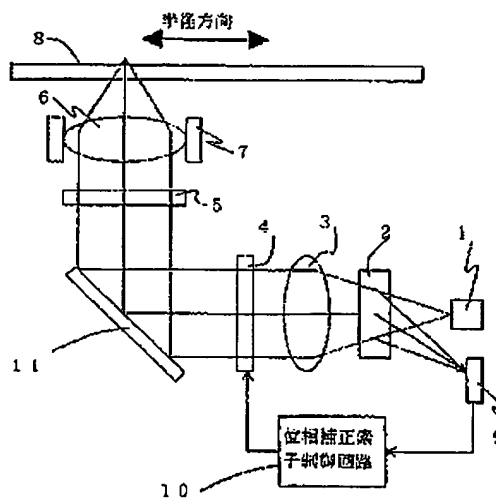
GA02 JA31 JA61 KA43 NA05

(54) 【発明の名称】 光ヘッド装置

(57) 【要約】

【課題】 光ヘッド装置に設置されている、位相補正素子を駆動する電源数を低減して装置全体の小型化を図る。

【解決手段】 それぞれ透明な導電性薄膜を形成した一対の基板に挟持された異方性光学媒質を備え、2つの導電性薄膜の一方または両方の導電性薄膜の一部が線状化されて線状抵抗が形成されている位相補正素子4を、半導体レーザ1と対物レンズ6との間に設置した光ヘッド装置とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】光源と、光源からの出射光を光記録媒体上に集光させるための対物レンズと、光源と対物レンズとの間に設置されて出射光の波面を変化させて光記録媒体上における波面収差を補正する位相補正素子と、位相補正素子に波面を変化させるための電圧を供給する制御電圧発生器とを備えた光ヘッド装置であって、位相補正素子はそれぞれ透明な導電性薄膜を形成した一対の透明な基板に挟持された異方性光学媒質を備え、2つの導電性薄膜の一方または両方の導電性薄膜の一部が線状化されて線状抵抗とされていることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項2】前記2つの導電性薄膜のそれぞれの一部が前記線状抵抗とされ、前記線状抵抗が形成された導電性薄膜のそれぞれの残りの部分に、異方性光学媒質の異なる位置に異なる電圧が供給できるように複数の電圧供給手段が備えられている請求項1に記載の光ヘッド装置。

【請求項3】前記制御電圧発生器が発生する電圧の波形が矩形状であり、矩形の山と谷の時間幅が等しく、かつ対向する基板間のそれぞれの電圧供給手段に供給されるそれぞれの電圧の時間平均が等しい請求項2に記載の光ヘッド装置。

【請求項4】光源と、光源からの出射光を光記録媒体上に集光させるための対物レンズと、光源と対物レンズとの間に設置されて出射光の波面を変化させて光記録媒体上における波面収差を補正する位相補正素子と、位相補正素子に波面を変化させるための電圧を供給する制御電圧発生器とを備えた光ヘッド装置であって、位相補正素子はそれぞれ透明な導電性薄膜を形成した一対の透明な基板に挟持された異方性光学媒質を備え、2つの導電性薄膜は異方性光学媒質の異なる位置に異なる電圧が供給できるよう複数の電圧供給手段を備え、前記制御電圧発生器が発生する電圧の波形が矩形状であり、矩形の山と谷の時間幅が等しく、かつそれぞれの電圧供給手段に供給されるそれぞれの電圧の時間平均が等しいことを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項5】前記制御電圧発生器が発生する電圧の波形が、2つの導電性薄膜間で位相が合っているか、または180度異なっている請求項1から4までのいずれかに記載の光ヘッド装置。

【請求項6】前記導電性薄膜のシート抵抗が $50\Omega/\square$ 以上である請求項1から5までのいずれかに記載の光ヘッド装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ディスクなどの光記録媒体の情報の記録・再生を行う光ヘッド装置に関する。

【0002】

【従来の技術】光ディスクであるDVDは、同じく光

ディスクであるCDに比べデジタル情報が高密度で記録されており、DVDを再生するための光ヘッド装置は、光源の波長をCDの780nmよりも短い650nmまたは635nmとしたり、対物レンズの開口数(NA)をCDの0.45よりも大きい0.6にして光ディスク上に集光するスポット径を小さくしている。

【0003】さらに、次世代の光記録においては光源の波長を400nm程度、NAを0.6以上とすることで、より大きな記録密度を得ることが提案されている。しかし、光源の短波長化や対物レンズの高NA化が原因で、光ディスク面が光軸に対して直角より傾くチルトの許容量や光ディスクの厚みムラの許容量が小さくなる。

【0004】これら許容量が減少する理由は、光ディスクのチルトの場合にはコマ収差が発生し、光ディスクの厚みムラの場合には球面収差が発生するために、光ヘッド装置の集光特性が劣化して信号の読み取りが困難になることである。高密度記録において、光ディスクのチルトや厚みムラに対する光ヘッド装置の許容量を広げるためにいくつかの方式が提案されている。

【0005】一つの方式として、通常光ディスクの半径方向(トラッキング方向)と光軸方向(フォーカス方向)との2軸方向に移動する対物レンズのアクチュエータに、検出されたチルト角に応じて対物レンズを傾けるように傾斜用の軸を追加する方式がある。しかし、この追加方式では球面収差は補正できないことや、アクチュエータの構造が複雑になる問題がある。

【0006】また別の方式として、対物レンズと光源との間に備えた位相補正素子により波面収差を補正するものがある。この補正方式では、アクチュエータに大幅な改造を施すことなく光ヘッド装置に素子を組み入れるだけでチルトの許容量や光ディスク厚みムラの許容量を広げることができる。

【0007】例えば、位相補正素子を用いて光ディスクのチルトを補正する上記の補正方式に特開平10-20263がある。これは、位相補正素子を構成している液晶などの複屈折性材料を挟持している一対の基板のそれぞれに、電極が分割されて形成された分割電極に電圧を供給して、複屈折性材料の実質的な屈折率を光ディスクのチルト角に応じて変化させ、この屈折率の変化により発生した透過光の位相(波面)変化により、光ディスクのチルトで発生したコマ収差を補正する方式である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】前述した位相補正素子には、透過光の位相(波面)変化を発生させるために、異方性光学媒質である複屈折性材料に電圧を印加する分割電極を複数個形成する必要がある。また、この分割電極間には異なる電圧を供給する必要があり、分割電極の数に対応した供給電圧が必要であった。

【0009】また、補正したい収差の成分によって、異なる位相変化を発生させる必要がある。例えば、光ディ

スクの傾斜によるコマ収差のみでも、光ディスクの半径方向と接線方向の2種類の成分があり、実際の光ディスクではこれらの直交する2種類の成分の合成で収差が発生する。この2種類の収差の成分を補正するための分割電極のパターンは、分割数が非常に多くなり、配線と制御が非常に複雑になる。

【0010】また、分割数を少なくしてパターンを簡素化すると十分な収差補正機能が得られない。この対策として、2種類以上の別の収差成分を補正する位相補正素子を2個以上張り合わせる事が考えられる。この場合特性は良いものが得られるが、2つの位相補正素子を合わせる工程が必要となり生産性がよくない。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、光源と、光源からの出射光を光記録媒体上に集光させるための対物レンズと、光源と対物レンズとの間に設置されて出射光の波面を変化させて光記録媒体上における波面収差を補正する位相補正素子と、位相補正素子に波面を変化させるための電圧を供給する制御電圧発生器とを備えた光ヘッド装置であって、位相補正素子はそれぞれ透明な導電性薄膜を形成した一対の透明な基板に挟持された異方性光学媒質を備え、2つの導電性薄膜の一方または両方の導電性薄膜の一部が線状化されて線状抵抗とされていることを特徴とする光ヘッド装置を提供する。

【0012】また、前記2つの導電性薄膜のそれぞれの一部が前記線状抵抗とされ、前記線状抵抗が形成された導電性薄膜のそれぞれの残りの部分に、異方性光学媒質の異なる位置に異なる電圧が供給できるように複数の電圧供給手段が備えられている上記の光ヘッド装置を提供する。また、前記制御電圧発生器が発生する電圧の波形が矩形状であり、矩形の山と谷の時間幅が等しく、かつ対向する基板間のそれぞれの電圧供給手段に供給されるそれぞれの電圧の時間平均が等しい上記の光ヘッド装置を提供する。

【0013】また、光源と、光源からの出射光を光記録媒体上に集光させるための対物レンズと、光源と対物レンズとの間に設置されて出射光の波面を変化させて光記録媒体上における波面収差を補正する位相補正素子と、位相補正素子に波面を変化させるための電圧を供給する制御電圧発生器とを備えた光ヘッド装置であって、位相補正素子はそれぞれ透明な導電性薄膜を形成した一対の透明な基板に挟持された異方性光学媒質を備え、2つの導電性薄膜は異方性光学媒質の異なる位置に異なる電圧が供給できるよう複数の電圧供給手段を備え、前記制御電圧発生器が発生する電圧の波形が矩形状であり、矩形の山と谷の時間幅が等しく、かつそれぞれの電圧供給手段に供給されるそれぞれの電圧の時間平均が等しいことを特徴とする光ヘッド装置を提供する。

【0014】また、前記制御電圧発生器が発生する電圧

の波形が、2つの導電性薄膜間で位相が合っているか、または180度異なっている上記の光ヘッド装置を提供する。さらに、前記導電性薄膜のシート抵抗が $50\Omega/\square$ 以上である上記の光ヘッド装置を提供する。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明における位相補正素子は、光記録媒体面上における波面収差であるコマ収差、球面収差、非点収差の補正を少ない数の制御電圧発生器で行うことができる。以下では、コマ収差の補正、特に光ディスクの半径方向と接線方向の2種類のコマ収差の成分の補正を行う場合について説明する。

【0016】図1に示した光ヘッド装置は、CDまたはDVDなどの光ディスク8に記録された情報を再生するためのものであり、光源である例えば半導体レーザー1から出射した光は例えばホログラムタイプの偏光ビームスプリッタ2を透過した後、コリメートレンズ3により平行光となり、位相補正素子4を透過後、立ち上げミラー11で90°方向に反射され、4分の1波長板5を透過し、アクチュエータ7に設置された対物レンズ6により光ディスク8上に集光される。ここで、位相補正素子4を構成している一対の基板とともに透明である。

【0017】集光された光は光ディスク8により反射され対物レンズ6、4分の1波長板5、立ち上げミラー11、位相補正素子4、コリメートレンズ3を順次光程とは逆に透過した後、偏光ビームスプリッタ2により回折され光検出器9に入射する。前述の半導体レーザー1からの出射光が光ディスク8により反射される際、光ディスクの面上に記録された情報により反射光は振幅変調され、光検出器9により光強度信号として記録情報を読み取ることができる。

【0018】図1では、立ち上げミラー11を使用し、半導体レーザー1より出射した光の光路を変更したが、立ち上げミラー11を使用せずはじめから半導体レーザー1からの出射光の方向を光ディスク8の面に垂直となるようにしてもよい。本発明で用いる異方性光学媒質には、ニオブ酸リチウムなどの光学結晶や液晶などが使用できる。異方性光学媒質として液晶を用いることは、例えば6V程度の低い電圧によって実質的な屈折率が容易にかつ電圧の大きさに応じて追従的に制御できて好ましい。さらに、ニオブ酸リチウムなどの光学結晶などと比べて置産性が高く好ましい。したがって以下では、異方性光学媒質として液晶の材料を使用する場合を説明する。

【0019】使用する液晶材料は、ディスプレイ用途などに用いられるネマティック液晶がよく、カイラル剤の添加によりツイストさせてもよい。また、使用する基板の材料としては、ガラス、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂などが使用できるが、耐久性などの点からガラスの基板が好ましい。したがって、以下では、基板の材料として、ガラスを使用する場合を説明する。

【0020】図2は本発明における位相補正素子の一例

を示す断面図である。ガラス基板21a、21bが、例えばエポキシを主成分とするシール材22により接合され液晶セルを形成している。シール材22には例えばガラス製のスペーサと例えば樹脂の表面に金などを被膜した導電性スペーサが含まれている。ガラス基板21aの液晶セルの内側表面には、内側表面から電極24a、シリカなどを主成分とする絶縁膜25aおよび配向膜26aがこの順で被膜されており、またガラス基板21bの液晶セルの内側表面にも、同様に電極24b、シリカなどを主成分とする絶縁膜25bおよび配向膜26bがこの順で被膜されている。また液晶セルの外側表面には反射防止膜が被膜されている。また、

【0021】本発明では電極とは、透明な導電性薄膜より形成されるものをいう。電極24aは電極引出部27で接続線によって位相補正素子制御回路と接続できるようパターン配線されている。また電極24bは前述の導電性スペーサによりガラス基板21a上に形成された電極24aと電気的に接続されており、したがって、電極引出部27で接続線によって位相補正素子制御回路と接続できる。液晶セル内部には液晶23が充填されており、図2に示した液晶分子28は、一方向に配向されたホモジニアス配向の状態にある。電極24a、24bの材質は両基板を透明としているために、透過率が高い方が望ましく、ITOなどの透明導電膜を使用すればよい。

【0022】図3は、本発明におけるコマ収差補正用の位相補正素子のセグメントのパターンの一例を示す図であり、(1)は一方の基板用の模式的平面で、(2)は他方の基板用の模式的平面である。まず、一方の基板の導電性薄膜のみにセグメントを形成し、他の基板の導電性薄膜にはセグメントを形成しない場合を説明する。図2の例えば電極24aをフォトリソグラフィ技術などを用いて図3(1)の5つの分割電極である5つのセグメントに分割する。それぞれのセグメント(101~105)に外部から、例えば別々の電圧を供給できるようにする。このように、導電性薄膜を複数のセグメントに分割して、異方性光学媒質の異なる位置に異なる電圧を供給するための電圧供給手段を設けた。

【0023】これは、電圧供給手段として導電性薄膜を複数のセグメントに分割した例であるが、分割せずに比較的抵抗の高い導電性薄膜に複数の給電点(部)を設けて電圧供給手段とするなどの方法もある。以下では、複数のセグメントに分割した分割電極であるセグメントの場合について説明する。

【0024】コマ収差の場合には、光学シミュレーションの結果、各セグメントに供給する電圧が、以下のような関係を満たすとき、収差を補正する効果に優れるので好ましい。

【0025】 $V_{1,01} = V_{1,01}$ 、 $V_{1,02} = V_{1,01}$ 、 $V_{1,03} = V_{1,01}$ と $V_{1,02}$ との間の電圧である。特にここでは $V_{1,02} =$

$(V_{1,01} + V_{1,02}) / 2$  の場合について説明する。ここで、 $V_{1,01} \sim V_{1,05}$  はそれぞれセグメント101から105まで供給する電圧を示す。セグメントに電圧を供給する場合、導電性薄膜の一部が線状化された線状抵抗が形成されてこの線状抵抗に繋がれた電圧端子に電圧が供給される。セグメントが形成されていない導電性薄膜は共通電極となっている。

【0026】図4は、本発明におけるコマ収差補正用の位相補正素子のセグメントのパターンと線状抵抗を含む配線図の一例を示す図であり、(1)は一方の基板用の模式的平面図で、(2)は他方の基板用の模式的平面である。図4(1)に示すように配線し線状抵抗を用いると、抵抗の電圧降下により所望の中間電圧を作成することができこの中間電圧 $V_{1,02}$ をセグメントに供給することができ、必要とする発生電圧は3つではなく、 $V_{1,01}$ 、 $V_{1,02}$ の2つである。

【0027】ここで、図示した抵抗は、位相制御素子の外部に取り付けてもよいが、外部に抵抗を用いた場合には、位相制御素子からの取りだし線数の増加と外部に抵抗を実装することによる作業工程数の増加となる。これに対し、位相制御素子内部の基板に線状抵抗として内蔵する方が部品点数を減らすことができる。この抵抗は、ITOなどの透明な導電性薄膜をパターンニングするなどして作成でき、しかもこのパターンニングは、この導電性薄膜を分割する工程と同時に行うことができるので作成の工程数を減らすことができる。

【0028】このときの薄膜の抵抗値は100Ω以上が好ましい。さらに位相制御素子の消費電力を下げるためには10kΩ以上がより好ましい。これらの10kΩ程度の抵抗を作成する場合、透明な導電性薄膜のシート抵抗が低いと細く長い線を作成する必要があり、長くすることで線状抵抗が基板内にしめる面積が増えることや、細くすることで作成時の断線による歩留まり低下が生じやすい。このため、透明な導電性薄膜のシート抵抗は50Ω/□以上が好ましく、さらには200Ω/□以上が好ましい。例えば300Ω/□のITO膜(15nm厚)を用いた場合10kΩの線状抵抗は、幅が30μmで長さが1mmの細線をITO膜にパターンニングして作成できる。このとき線状抵抗は直線状の抵抗を複数回数折り曲げる形状として作成してもよい。ここで、シート抵抗の単位Ω/□は、正方形の薄膜が有する抵抗を意味する。

【0029】光ディスクの傾斜によるコマ収差の場合、円形の光ディスクの半径方向と接線方向の2種類のコマ収差の成分があり、実際の光ディスクではこれらの直交する2種類の成分の合成で収差が発生する。この2種類の収差成分を補正するためのセグメントのパターンは、一般に分割数が非常に多くなり、配線と制御が極めて複雑になる。

【0030】また、分割数を少なくして簡素化すると十

分な収差補正機能が得られない。このため、2種類以上の異なるコマ収差成分を補正する位相補正素子を2個以上張り合わせる事が考えられる。張り合わせる場合、特性はよいものが得られるが2つ以上の位相補正素子が必要となり生産工程数が増加する。

【0031】本発明では一対の基板にそれぞれの複数個のセグメントを形成してコマ収差の成分を補正する。したがって次に、両方の基板の両面にセグメントを形成する場合を説明する。このときのセグメントのパターンして上述のように図3(1)と図3(2)があり、図2の電極24aと電極24bをそれぞれフォトリソグラフィ技術などを用いて図3(1)と図3(2)のパターンでそれぞれ5つのセグメントに分割する。そしてそれぞれのセグメント、すなわち電極24aのセグメント(101~105)、電極24bのセグメント(201~205)に外部から例えば別々の電圧を供給できるようにする。

【0032】このコマ収差補正の場合には、光学シミュレーションの結果、各セグメントに供給する電圧が、以下のような関係を満たすとき、収差を補正する効果に優れるので好ましい。

$$V_{101} = V_{101}, V_{102} = V_{101}, V_{103} = (V_{101} + V_{102}) / 2, V_{104} = V_{101}, V_{105} = V_{101}, V_{201} = (V_{101} + V_{102}) / 2,$$

【0033】ここで、 $V_{101} \sim V_{105}$ 、 $V_{201} \sim V_{205}$ はそれぞれセグメント101から105まで、201から205までに供給する電圧を示す。このとき図4に示すようにジグザグ状で線状化された線状抵抗を用いると、必要となる配線数は $V_{101}$ 、 $V_{102}$ 、 $V_{103}$ 、 $V_{104}$ 、 $V_{105}$ 用の4本となる。この図4で示した抵抗は、位相補正素子の外部に取り付けてもよいが、前述のように素子内部に線状抵抗として内蔵する方が部品点数を減らすことができて好ましい。さらにこの抵抗は、それぞれの基板内に作成することで抵抗を作成するスペースが、各基板に配分され、各基板を小さくできるので好ましい。

【0034】次にこの位相補正素子の駆動方法について説明する。4つのセグメントに入力するそれぞれの電圧 $V_{101}$ 、 $V_{102}$ 、 $V_{103}$ 、 $V_{104}$ の波形は矩形波で、山と谷すなわち高電圧時と低電圧時の時間幅が等しい変調電圧であり、さらに電圧の時間平均が、供給する各セグメント間(電圧間)で概ね等しいことが好ましい。

【0035】この理由は、液晶はほぼ絶縁体であるが、長時間一定の向きの電圧が印加されると電気分解するなどして信頼性が劣化する。このことは、交流(矩形波)電圧であり向きの異なる電圧であっても、山の高さと谷の深さが異なると(振幅が異なると)いけば交流電圧に直流成分、すなわち時間的に不変の電圧部分、を含むこととなりわずかであるが信頼性が劣化する。

【0036】直流成分をなくす駆動方法は、両基板上の電極(セグメント)に供給する電圧の符号を時間的に反

転し(交流とし)、さらに各電圧の時間平均を等しくすることである。また、交流の波形としては矩形が好ましい。さらに、対向する基板上の電極(セグメント)間に供給する電圧は、位相差がないか、または位相が180度異なるものが望ましい。この2つの電圧の位相が180度異なる場合の電圧の波形例を図6に示した。この図6中、セグメント101に供給した電圧の時間変化(図6(1))とセグメント201に供給した電圧の時間変化(図6(2))を示した。さらに、この2つの電圧の時間変化の差を図6(3)に示した。この電圧の差が図5に示したセグメント101と201との重なり部分に供給される電圧の差となり、実効的に液晶を駆動する電圧となる。この電圧の絶対値は時間とともに振動せず一定の値を得ることができ、液晶を透過する光の位相差も変動しない。

【0037】しかし、2つの電圧に位相差があり、それが180度でない場合には、2つの電圧の差は時間とともに振動することになり、絶対値は一定とならない。一般に表示素子として用いられる液晶素子の場合には、このように時間とともに振動する駆動方法が多く用いられる。この2つの電圧間で位相をずらせることで、2つの電圧の位相差に基づく実効的な電圧(電圧のRMS値)が変化しこれを用いて表示の階調操作などを行う。このとき、上述のように電圧差の絶対値も周期的に変化しているが、人間の目には残像としてその平均値だけが感じられるため問題はない。

【0038】一方、光ヘッド装置に用いる場合には、周波数が極めて高くない限り、この電圧差の絶対値の時間変化により位相補正素子内の液晶分子が応答すると、必要とする光の位相差が時間とともに変化し、光ディスクの再生信号に重畳して再生信号のノイズとなり好ましくない。このため、光ヘッド装置に用いる場合には、電圧差の絶対値が時間とともに振動しないように、前述のように2つの電圧の位相差の条件と絶対値の条件を満たす駆動方法が好ましい。また、対向する基板上の電極に供給する電圧の位相差を180度とした方が、位相補正素子への供給電圧を小さくできてさらに好ましい。

【0039】対向する基板上に、電圧供給手段として異なる種類の収差補正用のセグメントを形成した場合について詳しく説明する。前述のように図3では、互いに直交する2種類のコマ収差補正用のセグメントを対向させて液晶セルとした。このとき光ディスクの半径方向のコマ収差量と接線方向のコマ収差量を独立に制御できることが好ましい。本発明の光ヘッド装置における駆動方式を用いれば独立に制御できる。さらに、線状抵抗を用いることで素子外への取り出し電極数が減らせるので好ましい。

【0040】供給する電圧波形は図6に示したものであり、また $V_{101}$ と $V_{102}$ の平均値が $V_{103}$ 、 $V_{104}$ と $V_{105}$ の平均値が $V_{201}$ となるように線状抵抗を設定した。表

1に半径方向および接線方向のそれぞれの光ディスクの傾きに対する供給電圧の一例を示した。ここで、表1は光ディスク傾きと各電圧の $V_m$ （最大値）、 $V_s$ （最小値）の関係を示している。この表にしたがって説明する。

【0041】セグメント101と201との重なった部分で $V_{101}$ と $V_{201}$ の電圧が液晶に印加される。つまり、図6（1）の電圧を $V_{101}$ とし、図6（2）の電圧を $V_{201}$ としたとき、101と201の重なり合った部分には、図6（3）の電圧差（電圧）が発生する。例えば、光ディスクの傾きが半径方向、接線方向とも0度の時には、表1のように、 $V_{m101}=3.25V$ 、 $V_{s101}=1.75V$ 、 $V_{m201}=3.25V$ 、 $V_{s201}=1.75V$ （ $V_{101}$ と $V_{201}$ の電圧の時間平均はともに2.5V）とする。そのときの両基板間（電極間）の電圧差は、 $\pm 1.5V$ となり電圧差の絶対値は1.5Vであって時間的に変化しない。

【0042】次に、光ディスクの半径方向にのみ0.8度の光ディスクの傾きがある場合に、半径方向のコマ収差を補正するためにセグメント201と202の間の電圧を変化させる。例えば、 $V_{m101}=V_{s102}=3.25V$ 、 $V_{s101}=V_{m102}=1.75V$ 、 $V_{s201}=4.73V$ 、 $V_{m202}=3.25V$ 、 $V_{s201}=0.27V$ 、 $V_{s202}^*$

$=1.75V$ とする。

【0043】このとき、201のセグメントのところでは、両基板間（電極間）の電圧差は、 $2.98V (= 3.25 - 0.27 = 4.73 - 1.75)$ 、202のセグメントのところでは、2Vとなり、中間のセグメント203の部分には、透明電極で構成された線状抵抗の電圧降下により、電圧が $V_{201}$ と $V_{202}$ の中間値（ $V_m$ および $V_s$ 同士で）となる。このように、両基板間（電極間）の電圧をセグメントにより変えることができる。

【0044】また、さらに半径方向の光ディスクの傾きに加え接線方向にも光ディスクが傾いた場合には、 $V_{101}$ 、 $V_{202}$ は上記と同じ電圧を供給し、 $V_{s101}$ 、 $V_{s102}$ のみを表1の値、すなわち $V_{s101}=4.73V$ 、 $V_{s102}=3.25V$ 、 $V_{s101}=0.27V$ 、 $V_{s102}=1.75V$ 、 $V_{m201}=4.73V$ 、 $V_{m202}=1.75V$ 、 $V_{s201}=0.27V$ 、 $V_{s202}=1.75V$ とすることで、両方向の光ディスクの傾きに対処できた。半径・接線の両方向の光ディスクの傾きに対処できる。したがって、表1に示された電圧を用いることで、光ディスクの半径方向と接線方向の波面収差を独立に、しかも加算的に容易に補正できる。

【0045】

【表1】

			接線方向光ディスク傾き		
			0.8度	0度	-0.8度
半径方向光ディスク傾き	0.8度	V101	0.27, 4.73	1.75, 3.25	1.75, 3.25
		V102	1.75, 3.25	1.75, 3.25	0.27, 4.73
		V201	0.27, 4.73	0.27, 4.73	0.27, 4.73
		V202	1.75, 3.25	1.75, 3.25	1.75, 3.25
	0度	V101	0.27, 4.73	1.75, 3.25	1.75, 3.25
		V102	1.75, 3.25	1.75, 3.25	0.27, 4.73
		V201	1.75, 3.25	1.75, 3.25	1.75, 3.25
		V202	1.75, 3.25	1.75, 3.25	1.75, 3.25
	-0.8度	V101	0.27, 4.73	1.75, 3.25	1.75, 3.25
		V102	1.75, 3.25	1.75, 3.25	0.27, 4.73
		V201	1.75, 3.25	1.75, 3.25	1.75, 3.25
		V202	0.27, 4.73	0.27, 4.73	0.27, 4.73

【0046】図3に示したセグメントのパターンは主にコマ収差を補正するためのものであり、例えば光ディスクがチルトした場合でも、位相補正素子に適切な電圧を供給することにより良好な光ディスクからの再生信号を得ることができる。また、セグメントのパターンを図7のようにすることで、球面収差や非点収差を補正できる。

【0047】図7（1）は主に球面収差を補正する場合のセグメントのパターンの一例を示す模式的平面図であ

る。この場合、光ディスクの厚みが変わっても、位相補正素子に適切な電圧を供給することにより良好な再生信号を得ることができる。図7（2）は主に非点収差を補正する場合のセグメントのパターンの一例を示す模式的平面図である。この場合、半導体レーザー自体や他の光学部品により発生する非点収差を補正できるため光ディスクからの良好な再生信号を得ることができる。

【0048】上記のように、補正する波面収差に応じたセグメントのパターンを形成して、セグメント間にギャ

ップを設けることがセグメント間の絶縁性の点から好ましいが、広すぎると光の透過率が低下する。ギャップを7 $\mu\text{m}$ 以下にすることにより、実質的に透過率が高い位相補正素子を得ることができる。

【0049】

【実施例】本実施例では図1に示す光ヘッド装置により光ディスク8に記録された情報を再生する。光ヘッド装置には図2に示す構成の位相補正素子4が組み込まれており、光ディスクがチルトしていたので、光検出器9で得た信号を位相補正素子制御回路10にて処理し、光デ

ィスク8の半径方向のチルト量に応じた電圧を発生させ、位相補正素子4を駆動させた。  
【0050】位相補正素子4は、厚み0.5mmの無アルカリ性のガラス基板21a、21bとエポキシを主成分とするシール材22により構成される液晶セル構造を有しており、シール材22に含有されたガラス製のスペーサにより液晶セルの間隔が4.6 $\mu\text{m}$ となっている。液晶セルの内部には常光屈折率と異常光屈折率の差が0.2のネマティック液晶が充填されており、ガラス基板21a、21bの表面に施されたポリイミドの配向膜26a、26bにより図2に示す紙面左右方向に液晶分子28が配向している。

【0051】また、配向膜26a、26bとガラス基板の間には絶縁膜25a、25b、ITOのセグメントからなる電極24a、24bが形成されており、電極24a、24bは電極引出部27において位相補正素子制御回路10と接続されている。電極24aは図3(1)のように光ディスクの接線方向の傾斜に基づくコマ収差を補正するセグメントを形成し、さらに図4(1)のような線状抵抗をITOの透明な導電性薄膜をパターンニング

することで作成した。  
【0052】このとき用いたITO膜のシート抵抗は300 $\Omega/\square$ であり、幅30 $\mu\text{m}$ で長さ1mmの折り曲げられた抵抗線(線状抵抗)とした。また、1つの導電性薄膜の抵抗は約10k $\Omega$ であり合計2個の線状抵抗を直列に接続した。この接続により、電極端子101aと102bにのみ電圧を供給することで電極24aの全てのセグメントに電圧が供給できた。

【0053】また、電極24bは図3(2)のように光ディスクの半径方向の傾斜に基づくコマ収差を補正するセグメントを形成し、さらに図4(2)のような線状抵抗をITOの透明な導電性薄膜をパターンニングすることで作成した。このとき用いたITOのシート抵抗は前述の電極24aと同様に300 $\Omega/\square$ であり、幅30 $\mu\text{m}$ で長さ1mmの折り曲げられた抵抗線とした。このとき1つの線状抵抗は約10k $\Omega$ であり合計2個の線状抵抗を直列に配置した。この設置で、電極端子101aと102bにのみ電圧を供給することで電極24bの全てのセグメントに電圧が供給できた。

【0054】また図2のように、この2枚の基板21a

と21bを導電性ペースを混合したシール材22で接合し、シール材22が基板21aと21bとに接触する部分のうち、上下基板の対応する接触する部分に電氣的接触をとるための電極を作成した。この電極によりシール材に混合した導電ペースと通じて両基板21aと21bとを電氣的に接続し、基板21bのセグメント101~105に $V_{101}$ と $V_{102}$ の電圧を供給できる。これにより、基板21a上の電極引出部27部の透明電極側にフレキシブル回路基板を熱圧着することで、必要な位相補正素子のセグメント101~105とセグメント201~205用の駆動電圧 $V_{101}$ 、 $V_{102}$ 、 $V_{201}$ 、 $V_{202}$ を供給できた。

【0055】位相補正素子のこれらのセグメントを含む最外周円の直径は4mmであり、対物レンズに入射する光はこのセグメントを含む円内を透過する際に、セグメント101~105まで、およびセグメント201~205の各々に供給された電圧値に応じた位相シフトを光のそれぞれの領域で受けた。

【0056】次に、供給する電圧について説明する。本実施例では、液晶セルの対向する基板間(電極間)に供給する電圧が1.5Vから3.5Vまでの間で、光の位相が概ね電圧に対して直線的に変化する電圧を液晶セルに印加することで透過光の位相差を発生できた。

【0057】位相補正素子の駆動電圧波形は、図6に示した波形であった。電圧 $V_{101}$ は $V_{101}$ と $V_{102}$ との平均値、電圧 $V_{201}$ は $V_{201}$ と $V_{202}$ との平均値となるように線状抵抗を設定した。また、電圧の波形は矩形状で山と谷の時間幅が等しく、電極24aのセグメント101~105に供給する電圧 $V_{101}$ および $V_{102}$ と、電極24bのセグメント201~205に供給する電圧 $V_{201}$ および $V_{202}$ との位相を180度ずらせた。また、電圧 $V_{101}$ 、 $V_{102}$ 、 $V_{201}$ 、 $V_{202}$ の時間平均は2.5Vで同じ値にすることで、位相補正素子の液晶に印加される電圧の直流成分をなくした。

【0058】表1に基づいて、本実施例をさらに説明する。セグメント101と201の重なった部分に電圧 $V_{101}$ と $V_{201}$ との電圧差が液晶に印加される。つまり、図6(1)の電圧を $V_{101}$ とし、図6(2)の電圧を $V_{201}$ としたとき、セグメント101と201の重なった部分には、 $V_{101}$ と $V_{201}$ との差である図6(3)の電圧差が発生する。例えば、光ディスクの傾きが半径方向・接線方向ともないときには、表1のように、 $V_{101} = 3.25\text{V}$ 、 $V_{102} = 1.75\text{V}$ 、 $V_{201} = 3.25\text{V}$ 、 $V_{202} = 1.75\text{V}$ ( $V_{101}$ と $V_{201}$ の電圧の時間平均はともに2.5V)とする。このときの両基板間(電極間)の電圧差は、 $\pm 1.5\text{V}$ となり電圧差の絶対値は1.5Vであり時間的に変化しない。

【0059】次に、光ディスクの半径方向にのみ0.8度の光ディスクの傾きがあるときの電圧としては、半径方向のコマ収差を補正する電圧 $V_{101}$ と $V_{202}$ を以下のよ

うに設定した。 $V_{n1e1} = V_{n1e2} = 3.25V$ 、 $V_{L1e1} = V_{L1e2} = 1.75V$ 、 $V_{n2e1} = 4.73V$ 、 $V_{n2e2} = 3.25V$ 、 $V_{L2e1} = 0.27V$ 、 $V_{L2e2} = 1.75V$ 。

【0060】このとき、セグメント201の位置には、両基板間（電極間）の電圧差は $2.98V (= 3.25 - 0.27 = 4.73 - 1.75)$ 、セグメント202の位置には、電圧差は $2V$ となり、中間のセグメント203の位置には、透明な導電性薄膜で形成された線状抵抗の電圧降下により、電圧が $V_{n1e1}$ と $V_{n2e2}$ の平均値となる。このように、電極間電圧差をセグメントに応じて変えることができた。

【0061】また、さらに半径方向の光ディスクの傾きに加え接線方向にも光ディスクが傾斜したときには、電圧 $V_{n1e1}$ 、 $V_{n2e1}$ は上記と同じ電圧とし、電圧 $V_{L1e1}$ 、 $V_{L1e2}$ のみを表1の値、すなわち $V_{n1e1} = 4.73V$ 、 $V_{n1e2} = 3.25V$ 、 $V_{L1e1} = 0.27V$ 、 $V_{L1e2} = 1.75V$ 、 $V_{n2e1} = 4.73V$ 、 $V_{n2e2} = 1.75V$ 、 $V_{L2e1} = 0.27V$ 、 $V_{L2e2} = 1.75V$ とすることで、両方向の光ディスクの傾きに対処できた。

【0062】したがって、表1に示された電圧を用いることで、光ディスクの半径方向と接線方向の波面収差を独立に、しかも加算的に容易に補正できた。この位相補正素子を用いることで半径・接線方向それぞれの傾斜を持つ光ディスクに対して適切な電圧を選択することにより、光ディスクの再生信号は良好となり再生信号のノイズとなるジッターを改善することができた。

【0063】

【発明の効果】本発明の位相補正素子を装着した光ヘッド装置においては、位相補正素子の基板上の導電性薄膜の一部を使用して線状抵抗を形成することにより、位相補正素子駆動用の電源の数を減らすことができ装置の小型化が図れる。また、導電性薄膜の複数の電圧供給手段に供給する矩形状の電圧の山と谷の時間幅を等しくし、かつ電圧の時間平均値をそれぞれ等しくすることにより、光ディスクの再生信号にノイズのない良好な信号を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ヘッド装置の原理構成の一例を示す概念的断面図。

【図2】本発明における位相補正素子の一例を示す断面図。

【図3】本発明におけるコマ収差用の位相補正素子の電極パターンの一例を示す図。(1)一方の基板用模式的平面。(2)他方の基板用模式的平面。

【図4】本発明におけるコマ収差補正用の位相補正素子のセグメントのパターンと線状抵抗を含む配線図の一例を示す図。(1)一方の基板用の模式的平面。(2)他方の基板用の模式的平面。

【図5】図3(1)、図3(2)の電極パターンの重なり部分を示す平面図。

【図6】2つの電圧の位相が180度異なる場合の電圧の波形例を示す概念図。(1)一方のセグメント(101)に供給した電圧の時間変化を示す概念図。(2)他方のセグメント(201)に供給した電圧の時間変化を示す概念図。(3)(1)および(2)の2つの電圧の時間変化の差を示す概念図。

【図7】球面収差および非点収差を補正する場合のセグメントのパターンを示す模式的平面図。(1)主に球面収差の場合の一例の模式的平面図。(2)主に非点収差の場合の一例の模式的平面図。

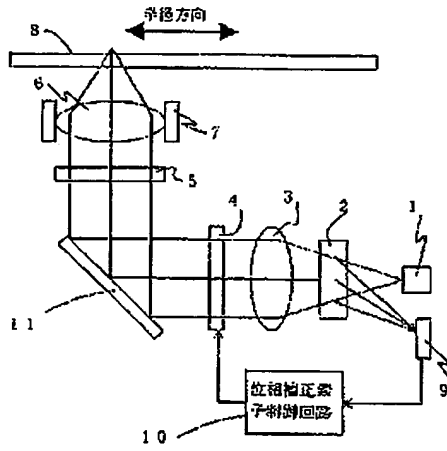
【符号の説明】

- 1：半導体レーザ
- 2：偏光ビームスプリッタ
- 3：コリメートレンズ
- 4：位相補正素子
- 5：4分の1波長板
- 6：対物レンズ
- 7：アクチュエータ
- 8：光ディスク
- 9：光検出器
- 10：位相補正素子制御回路
- 11：立ち上げミラー
- 21a、21b：ガラス基板
- 22：シール材
- 23：液晶
- 24a、24b：電極
- 25、42：絶縁膜
- 26、43：配向膜
- 27：電極引出部
- 28、44：液晶分子

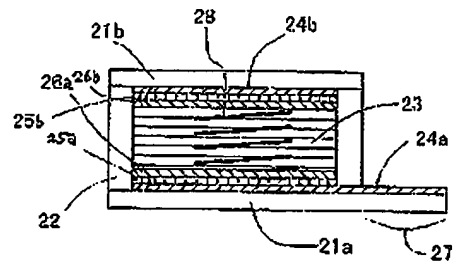
101、102、103、104、105：セグメント  
201、202、203、204、205：セグメント  
101a、102a、201a、202a：電極端子



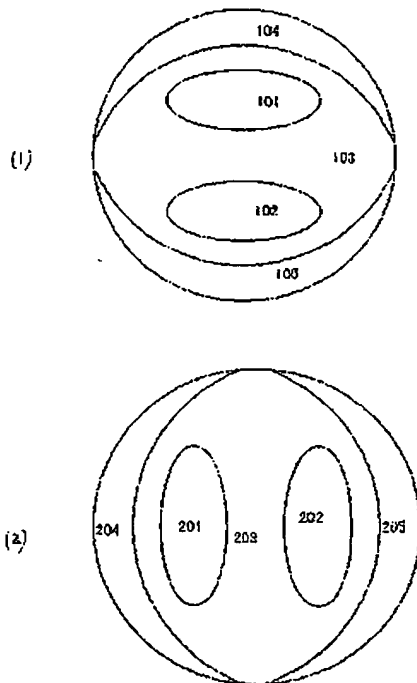
【図1】



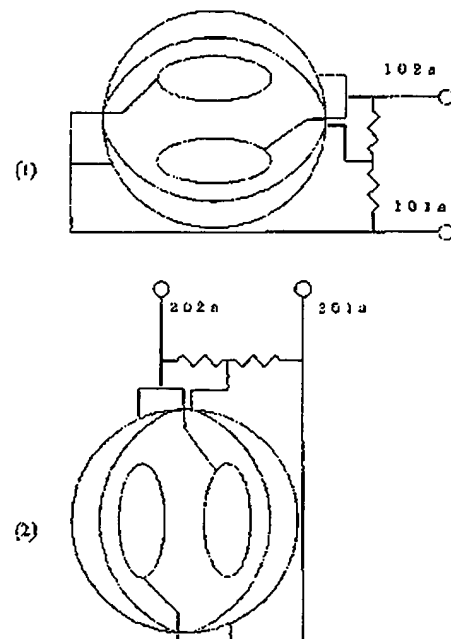
【図2】



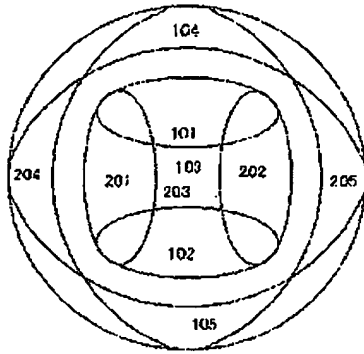
【図3】



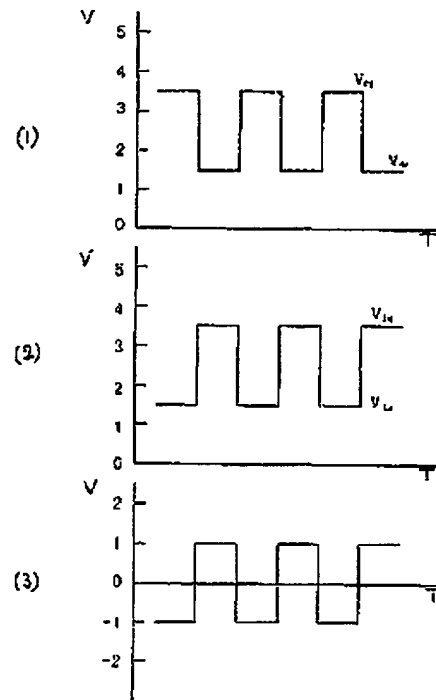
【図4】



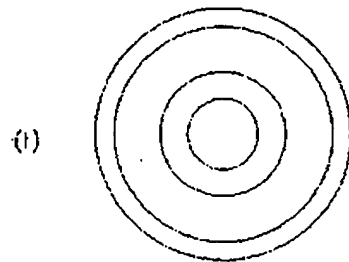
【図5】



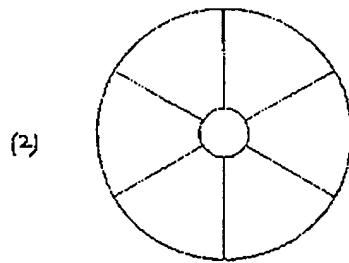
【図6】



【図7】



球面収差を補正する場合



非点収差を補正する場合